



Special Topic

Quality characteristics of ginger and ginger pomace powder by freeze-drying

동결건조에 따른 생강과 생강박 분말의 품질 특성

Yun-Jeong Jo*

조윤정*

Agricultural Environment Research Division, Chungcheongnamdo Agricultural Research and Extension Services, Yesan 32418, Korea

충청남도농업기술원 농업환경연구과

Abstract We investigated the quality characteristics of ginger and the discarded ginger pomace after juicing, including general components, functional components, and antioxidant activity, to provide basic data on the possibility and usability of using them as food materials. When ginger was hot-air drying and freeze-drying, the total polyphenol content was 103.88 mg/100 mL and 108.68 mg/100 mL, respectively, which was higher than that of ginger pomace. DPPH radical scavenging activity was 70.84% and 77.88% for freeze-drying ginger and ginger pomace, respectively, and ABTS radical scavenging activity was high at 95.5% when ginger pomace was freeze-dried. The gingerol content was 680.90 mg% and 708.03 mg% in hot-air drying and freeze-drying ginger, respectively. In the case of ginger pomace, it was 914.47 mg% and 964.33 mg%, indicating that the functional components were higher in ginger pomace. Based on these results, it was concluded that when ginger and ginger pomace were processed by hot-air drying and freeze-drying, not only ginger but also ginger pomace showed overall functional component content and antioxidant activity. Thus it is judged that it can be utilized in various ways as a food material.



OPEN ACCESS

Citation: Jo YJ. Quality characteristics of ginger and ginger pomace powder by freeze-drying. Food Sci. Preserv., 31(5), 693-699 (2024)

Received: October 05, 2024

Revised: October 17, 2024

Accepted: October 18, 2024

***Corresponding author**

Yun-Jeong Jo
Tel: +82-41-635-6124
E-mail: yjdk1128@korea.kr

Copyright © 2024 The Korean Society of Food Preservation. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Keywords ginger, ginger pomace, powder, hot-air drying, freeze-drying

1. 서론

최근 국민의 소득이 향상되고 생활의 여건이 변화함에 따라 건강과 관련되어 있는 기능성 식품에 대해 관심이 증대되고 있다(Jung 등 2010). 그리고 식품 산업에서 기능성 식품을 이용하여 건강 관련 식품 개발에 노력을 하고 있다. 기능성 식품으로 관심이 증대되고 있는 생강(*Zingiber officinale* Roscoe)은 말레이시아와 인도 등의 지역이 원산지인 허브 작물이며, 근경 부위의 독특한 매운맛과 향으로 다양하게 이용되고 있다(Chio 등, 1997). 그리고 한의학적으로 생강은 溫(온), 肺(폐), 辛(신), 脾(비), 經(경), 胃(위)로 들어가고, 식욕 증진 및 위장 운동 촉진, 구토를 멈추고, 풍한과 증기를 제거하고, 천식에 사용된다. 그리고 매운맛 성분은 체온 증가 및 혈액 순환에 도움이 된다(Moon, 1991). 생강은 예로부터 김치의 부원료, 각종 요리 및 한과류 등에 다양하게 사용되었고, 여러 효과가 있어 생강차로 한국인뿐만 아니라 외국인에게도 시음되고 있다(Kim 등, 1991; Kim 등, 1992). 생강은 주로 분말, 진액, 차, 청, 양념류 등으로 가공되고 있으며, 생강 진액이나 청, 차로 제조 시 많은 양의 부산물인 찌꺼기가 생성되는데 생강박의 경우 원료 중량 대비 10%로 알려져 있다. 하지만 지금까지 찌꺼기는 달리 이용되지 못하고 폐기 처분되고 있고, 이에 따른 폐기물 처리 비용도

큰 부담으로 작용하고 있으며 생강 가공업체에서는 다양한 형태로 가공되길 원하고 있다. 생강의 경우 수확 후 박피 및 저장성이 약한 단점이 있고, 문제를 해결하기 위해 사용하는 방법으로 건조가 많이 이용되고 있다. 식품에서 수분을 제거해 효소와 미생물에 의한 변질, 부패를 방지하고, 저장 및 보관이 용이함은 물론 새로운 식품개발에 있어서 그 이용성이 확대되고 있다. 그래서 식품에 이용되는 건조방법으로 열풍건조, 동결건조가 있다. 열풍건조는 간편하면서 경제적이며, 건조시간이 빠르며, 신속하고 균일하게 건조가 이루어진다(Holdsworth, 1971). 반면, 동결건조는 원물의 향기, 성분 및 형태 변화가 적고, 건조되는 시간이 느리며 다른 건조방법에 비해 비용이 많이 드는 단점이 있다(Litvin 등, 1998). Jo 등(2024)의 연구에 따르면 생강과 생강박을 비타민 C에 1시간 침지 후 열풍건조 하였을 때 기능성 식품소재로 활용이 높을 것으로 보고하였는데 본 연구에서는 Jo 등(2004)에서 사용한 수확 시기가 다른 생강과 가공 후 대부분 버려지는 부산물인 생강박을 동결건조하여 성분을 비교해 식품소재 및 다양한 제품 원료로써 가능한지에 대해 검토하여 기초자료로 활용하고자 이화학적 품질특성 및 항산화 활성을 조사하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험재료

본 실험에서 사용한 생강은 2023년도 11월에 수확된 증생강으로 저장된 생강을 2024년도 4월에 충남 예산에 위치한 마트에서 구입하여, 깨끗한 물로 3회 세척하고 불순물을 제거한 후 시료로 사용하였다. 실험에 사용한 시료 Folin-Ciocalteu's phenol reagent, ABTS[2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt], DPPH(2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 시약과 표준물질인 Rutin, gallic acid 등은 Sigma-Aldrich사 (St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다.

2.2. 생강과 생강박 분말 제조

본 실험에서 사용한 생강은 세척한 후 어슷썰기 후 열풍건조기(HK-066, 한국기술건조기, Jincheon, Korea)에서 50°C, 8시간 건조하였고, 동결건조기(MG-VFD10, (주)엠지산업, Gunpo, Korea)로 건조하였다. 착즙한 후 남은 부산물인 생강박도 열풍건조기(HK-066, 한국기술건조기)에서 50°C, 8시간 건조하였고, 동결건조 후 편밀(PC10SU5-T, (주)성창기계, Namyangju, Korea)로 분쇄하여 사용하였다.

2.3. 생강과 생강박 추출물 제조

생강과 생강박을 열풍건조와 동결건조한 분말 시료 10 g에 증류수 90 mL로 4시간 추출 후 원심 분리한 후, 여과지에 걸러

상등액만 사용하였다.

2.4. 일반성분 측정

일반성분은 AOAC법(AOAC, 1984)에 의하여 분석하였다. 즉, 수분 함량은 105°C 상압 건조법으로 측정하였고, 조단백질 함량은 Stewart 등(1964)의 방법에 따라 Dumas법을 활용한 질소 분석기(Vario Max C/N, Elementar Co, Langensbold, Germany)로 조단백질 함량을 측정하였다. 그리고 조지방은 Soxhlet extraction method을 이용하여 분석하였고, 조회분 함량은 550°C에서 직접회화법을 이용하여 분석하였다. 총 당질 함량은 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량 측정치를 합한 값에서 100을 빼 값으로 하였다.

2.5. pH, 당도 함량 및 색도 측정

pH와 당도는 생강과 생강박을 열풍건조와 동결건조한 시료 1 g에 증류수 9 mL를 가하여 추출한 후 상등액만 시료로 사용하였다. pH는 pH meter(Thermo Scientific Orion pH meter, California, MA, USA)를 사용하여 측정하였고(Lee 등, 2022), 당도 측정은 디지털 당도계(PAL-3, Atago, Ltd., Tokyo, Japan)로 3회 측정하여 °Brix로 나타내었다(Kim 등, 2013).

색도는 생강과 생강박의 분말 시료의 일정량 6 g을 취해 petri dish에 담은 후, 색차계(konikal Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 Hunter L, a, b값을 측정하였다. 이때 표준백색판 색도는 L=98.8, b=-0.09, c=-0.38이었고, Zero, Calibration을 해서 보정 후 측정하였다.

2.6. DPPH 라디칼 소거활성 측정

DPPH 라디칼 소거능은 Choi 등(2003)의 방법에 따라 0.4 mM DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich Co.) 용액을 1.5-1.6의 흡광도 값이 나오도록 희석 후 추출물 0.2 mL에 희석된 DPPH 용액 0.8 mL를 가한 후 실온에서 30분간 방치한 후, Microplate reader(MK GO w/o Cuvette function, Thermo Scientific, Vantaa, Finland)를 이용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였고, DPPH radical 소거활성(%)은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율로 나타내었다.

2.7. 총폴리페놀(total polyphenol) 함량 측정

생강과 생강박의 총폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu's phenol 페놀성 화합물 함량은 Folin-Denis법(Amerine과 Ough, 1980)에 따라 정량하였다. 즉, 생강과 생강박 분말 10 g에 증류수 90 mL를 첨가해 4시간 추출하고 여과한 후 추출 용액 2 mL에 2% Na₂CO₃ 1 mL를 혼합하고 3분 정치 후 1 N Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich Co.) 50 µL를 혼합

하였다. 그런 다음 30분 동안 반응시켰고, 반응액의 흡광도 값은 UV-spectrophotometer(Optizen 3220UV, Mecasys Co., Daejeon, Korea)를 이용하여 750 nm에서 측정하였고, 검량선의 표준물질은 gallic acid를 사용하여 작성하였다, 대조구는 증류수를 넣어 동일하게 처리하였다.

2.8. 총플라보노이드(total flavonoid) 함량 측정

생강과 생강박의 총플라보노이드 함량은 Chung(2014)의 방법으로 측정하였다. 시료 10 mL에 증류수 90 mL로 4시간 추출 후 여과하여 시료액 0.2 mL에 1 N sodium hydroxide 0.6 mL와 Diethylene glycol 4 mL를 가하여 37°C에서 60 min 동안 반응시킨 후, 420nm에서 흡광도 값을 측정하였다. 이때 표준물질로는 rutin을 사용하여 검량곡선을 작성하여 산출하였다.

2.9. ABTS radical 소거활성 측정

생강과 생강박의 항산화 활성을 평가하기 위해 ABTS radical 소거능을 측정하였다. ABTS radical 소거능(Re 등, 1999)은 7.4 mM ABTS(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid), Sigma-Aldrich Co.)와 2.6 mM potassium persulfate를 24시간 냉암소에 방치하고, ABTS 용액이 735 nm에서 1.3-1.5의 값이 나오도록 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS 용액 1 mL와 추출물 50 µL를 혼합한 후 30분간 반응시킨 후 735 nm에서 측정하였다. ABTS값은 시료 첨가구와 시료 비첨가구의 흡광도를 백분율로 나타내었다.

2.10. Gingerol 및 shogaol 함량 측정

생강과 생강박의 진저롤과 쇼가를 측정은 분말 시료 2 g에 80% 에탄올을 넣어 4시간 추출한 후 여과지(Whatman filterpaper No. 4)에 여과 후 증류수를 가하여 초음파에 진탕 후 100 mL로 정용하였고, 0.45 µm-pore size cellulose filter로 여과한 후 Acetonitrile 60 : Water 40의 비율로 0.5 mL/min로 흘려보내고 high performance liquid chromatography(HPLC)로 분석하였으며 본 연구에서 사용한 분석 조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Operating conditions of HPLC for analysis of gingerol and shogaol

Parameter	Operating condition
Column	LiChrospher 100 RP-18 (5 µm, RT 250×4)
Flow rate	0.5 mL/min
Colum temperature	25°C
Wavelength	282 nm
Injection volume	10 µL

2.11. 통계처리

통계처리는 실험을 3회 반복 실시하여 SPSS 통계분석 프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 17.0 SPSS Inc. Chicago, IL, USA)을 사용하여 mean±SD를 구하였다. 실험군 간 차이를 일원배치분산분석(one-way ANOVA test)으로 분석 후, Duncan's multiple range test로 시료 간 차이의 유무를 비교 분석하였다(p<0.05).

3. 결과 및 고찰

3.1. 일반성분 조성

열풍 및 동결건조한 생강과 생강박 분말의 일반성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 생강박 동결건조 분말의 수분함량은 5.6%로 가장 낮았고, 생강박 열풍건조 분말 7.3%, 생강 동결건조 분말 9.0%, 생강 열풍건조 분말 10.1% 순으로 수분 함량이 많았다. 생강박의 경우 착즙을 하고 남은 부산물로, 다른 건조 분말에 비해 수분 함량이 적게 나온 것으로 판단된다. Park 등(2016)의 연구결과에서 곤드레를 열풍건조 하였을 때 수분 함량은 7.5%로, 생강박 열풍건조 분말과 수분 함량이 비슷하게 나타났다. 단백질 함량은 생강 동결건조 분말에서 9.5%로 가장 높게 나타났고, 생강박보다 생강을 열풍 및 동결건조한 분말에 더 함유되어 있었다. 이는 생강 자체는 더 많은 단백질을 포함하고 있어 건조 후에도 단백질 함량이 상대적으로 높게 나타난 것으로 판단된다. Kim 등(2007)의 연구결과에서 양파를 열풍건조, 동결건조 시 단백질 함량이 각각 9.29%, 9.39%를 보여 다른 결과를 나타냈고, 이는 시료가 가지고 있는 특성이 달라 차이가 나는 것으로 판단된다. 지방 함량의 경우 생강과 생강박을 열풍 및 동결건조한 분말에서 큰 차이를 보이지 않았고, 3.4-3.9% 사이에 값을 보였다. Oh 등(2018)의 결과와는 다른 결과를 보였다. 이는 건조온도가 달라 상이한 값을 보인 것으로 판단된다. 회분 함량도 생강 열풍 및 동결건조 분말에서 각각 6.9%, 7.2%로 나타났고 생강박은 생강보다 낮은 4.2%, 4.1%로 나타났다. Jin 등(2008)의 연구결과와는 상이하였다. 이는 생강에서 유효 성분을 추출하고 남은 부분이기 때문에 회분 함량이 생강보다 낮게 나타난 것으로 판단된다. 탄수화물 함량은 생강 열풍건조와 동결건조 분말에서 각각 71.1%, 70.4%로 나타난 반면, 생강박 열풍건조와 동결건조 분말은 각각 78.4%, 79.6%로 높은 값을 보였다.

3.2. pH, 당도 및 색도

생강과 생강박 당도 및 pH 측정 결과는 Table 3과 같다. 당도는 생강을 열풍건조와 동결건조 분말의 경우 각각 3 °Brix, 2.8 °Brix로 생강박 건조 분말에 비해 높은 반면, 생강박 열풍건조 및 동결건조 분말의 당도는 각각 1.2 °Brix, 1.0 °Brix로

Table 2. Proximate composition of ginger and ginger pomace by hot-air drying and freeze-drying (%)

Treatment ¹⁾	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash	Carbohydrate
FGHAD	10.1±0.01 ^{a2)}	8.6±0.31 ^b	3.5±0.95 ^a	6.9±0.03 ^b	71.1±0.85 ^c
FGFRD	9.0±0.05 ^b	9.5±0.12 ^a	3.9±0.76 ^a	7.2±0.04 ^a	70.4±0.66 ^c
GPHAD	7.3±0.03 ^c	6.7±0.06 ^c	3.4±0.25 ^a	4.2±0.01 ^c	78.4±0.21 ^b
GPFRD	5.6±0.29 ^d	6.9±0.08 ^c	3.8±0.06 ^a	4.1±0.02 ^d	79.6±0.25 ^a

¹⁾FGHAD, fresh ginger hot-air dried (50°C, 8 h); FGFRD, fresh ginger freeze-dried; GPHAD, ginger pomace hot-air dried; GPFRD, ginger pomace freeze-dried.

²⁾All values are mean±SD (n=3).

^{a-d)}Means with different superscript letters (^{a-d}) in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 3. pH, sugar content and color of ginger and ginger pomace by hot-air drying and freeze-drying

Treatment ¹⁾	Sugar content (°Brix)	pH	L-value	a-value	b-value
FGHAD	2.97±0.05 ^{a2)}	6.47±0.00 ^b	35.51±0.00 ^d	0.21±0.03 ^b	7.60±0.02 ^a
FGFRD	2.83±0.09 ^b	6.52±0.00 ^a	37.36±0.01 ^a	-0.29±0.03 ^c	8.38±0.02 ^a
GPHAD	1.23±0.05 ^c	6.05±0.00 ^c	36.13±0.00 ^c	0.69±0.00 ^a	6.76±0.02 ^b
GPFRD	1.03±0.05 ^d	5.91±0.00 ^d	37.14±0.01 ^b	0.21±0.01 ^b	6.80±0.02 ^b

¹⁾FGHAD, fresh ginger hot-air dried (50°C, 8 h); FGFRD, fresh ginger freeze-dried; GPHAD, ginger pomace hot-air dried; GPFRD, ginger pomace freeze-dried.

²⁾All values are mean±SD (n=3).

^{a-d)}Means with different superscript letters (^{a-d}) in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

생강 건조 분말에 비해 낮은 당도값을 보였다. Lee 등(2014)의 연구결과와는 상이하였다. 이는 시료가 가지고 있는 특성이 달라 차이가 나고, 열풍건조보다 동결건조에서 더 낮은 당도값을 보인 이유는 생강박은 추출과정에서 당분이 제거되었기 때문에, 생강에 비해 당 함량이 적어 열풍건조나 동결건조 후에도 당도 값이 상대적으로 낮게 나타난 것으로 판단된다.

생강과 생강박 분말의 pH의 경우 생강을 열풍건조 및 동결건조한 분말에서 pH 6.5로 높았고, 생강박 열풍건조 및 동결건조 분말에서는 pH 5.9-6.0으로 낮았다. Jo 등(2024)의 연구결과에서 생강박 열풍건조 시 결괏값이 동일하게 나타났고, 생강 열풍건조와 동결건조 분말보다 생강박 열풍건조와 동결건조 분말의 pH값이 낮게 나타난 이유는 추출 과정에서 유기산이나 알칼리 성분이 제거되면서 남아 있는 유기산이 농축되고 산성도가 높아져 낮게 나온 것으로 판단된다.

색도는 외관상의 품질을 판정하는데 중요한 요인 중의 하나로서, 생강과 생강박 동결건조한 분말의 명도(Lightness, L)는 각각 37.4, 37.1로 높았고, 생강을 열풍건조한 분말이 35.5로 가장 낮았다. Kim 등(2006)의 연구결과에서는 삼백초를 열풍건조와 동결건조 시 명도값이 49.4, 56.1로 나타난 반면, 본 연구에서는 삼백초보다 낮은 명도값을 보였다. 이는 생강과 생강박 고유의 성분과 갈변 반응으로 인해 건조 과정에서 색이 더 어두워지면서 그로 인해 명도값이 낮아진 걸로 판단된다. 적색

도(Redness, a)는 생강박 열풍건조 분말에서 0.7로 가장 높았고, 생강 동결건조 분말에서 -0.3으로 나타났다. 황색도(Yellowness, b)는 생강 열풍건조 분말이 8.4로 가장 높았고, 생강박 열풍건조 분말과 동결건조 분말은 6.8로 똑같은 결괏값이 나타났다. Kim 등(2006)의 결과에서는 a값은 음의 값을 보였고, b값의 경우 생강과 생강박 분말보다 높게 결과가 나타났다, 이는 a값의 경우 삼백초의 엽록소와 생강의 색소 구성 차이에서 비롯되며, b값의 경우 삼백초의 노란색 계열 색소가 건조 과정에서 두드러지면서 더 높은 값을 보였고, 생강과 생강박은 색 변화가 상대적으로 적어 b값이 낮게 나타난 걸로 판단된다.

3.3. 총폴리페놀(total polyphenol) 및 총플라보노이드(total flavonoid) 함량

생강과 생강박을 열풍건조와 동결건조 하였을 때 총폴리페놀(total polyphenol) 및 총플라보노이드(total flavonoid) 함량을 조사한 결과는 Table 4와 같다. Beom 등(2007)의 연구결과에서 30°C 열풍건조와 동결건조의 총폴리페놀 함량에 유의적 차이가 없는 결과와는 상이하였지만, Choi 등(2017)의 연구결과에서 블랙베리의 총폴리페놀 함량이 동결건조에서 높게 나타나 유사한 결과를 보였다. 생강을 열풍건조와 동결건조 하였을 때 각각 103.88%, 108.68%로 나타났고, 생강박 경우도 각각 76.95%, 85.12%로 동결건조 분말에서 높게 나타났다. 다

Table 4. Total polyphenol and total flavonoid contents of ginger and ginger pomace by hot-air drying and freeze-drying

Treatment ¹⁾	Total phenol (mg/100 mL)	Total flavonoid (mg/100 mL)
FGHAD	103.88±1.77 ^{b2)}	23.15±3.43 ^b
FGFRD	108.68±0.49 ^a	27.53±0.46 ^a
GPHAD	76.95±0.79 ^d	20.23±0.20 ^d
GPFRD	85.12±0.47 ^c	21.30±0.06 ^c

¹⁾FGHAD, fresh ginger hot-air dried (50°C, 8 h); FGFRD, fresh ginger freeze-dried; GPHAD, ginger pomace hot-air dried; GPFRD, ginger pomace freeze-dried.

²⁾All values are mean±SD (n=3).

^{a-d}Means with different superscript letters (^{a-d}) in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

만, 생강박보다 생강을 동결건조 하였을 때 총폴리페놀 함량이 더 함유되어 있었는데 이는 열에 의한 분해나 산화를 방지하고 세포 구조를 보존하여 추출 효율을 높여 총폴리페놀 함량이 더 높게 나타난 것이라고 판단된다.

총플라보노이드(total flavonoid) 함량은 총폴리페놀(total polyphenol) 함량과 비슷한 경향을 보였고, 생강 열풍건조와 동결건조 처리 시 각각 23.15%, 27.53%로 나타났고, 생강박도 열풍건조와 동결건조 처리 시 20.23%, 21.30%로 유의적으로 큰 차이는 없었다. 총폴리페놀 함량보다는 낮은 함량을 보였고, Kim 등(2018)에서 눈개승마 건조물의 총플라보노이드 함량은 진공건조, 열풍건조, 동결건조 순으로 높게 나와, 본 연구결과와는 상이 하였지만, Alonzo-Macias 등(2013)의 연구결과에서 열풍건조보다는 동결건조하였을 때 총플라보노이드(total flavonoid) 함량이 높게 나타난 결과와 유사하였다. 이는 플라보노이드는 열에 민감한 화합물로서 열풍건조 시 고온에서 수분을 증발시키는 방식이라서 열에 의해 분해가 되어 동결건조에 비해 낮은 함량을 보인 것으로 판단된다.

3.4. DPPH 라디칼 소거활성

DPPH 라디칼 소거능은 비교적 안정한 자유 라디칼로서 천연 소재로부터 항산화 물질을 측정하는 데 많이 이용되고 있다 (Lee 등, 2008a). 생강과 생강박을 열풍건조와 동결건조한 분말의 DPPH 라디칼 소거능을 측정된 결과는 Table 5에 나타내었다. 생강박을 동결건조한 DPPH 라디칼 소거능은 77.88%, 열풍건조 분말에서는 72.26%로 나타났고, 생강을 열풍건조 및 동결건조한 분말에서는 각각 60.60%, 70.84%로 나타났다. Lee 등(2008b)의 연구결과에서 외송을 물 추출물과 에탄올 추출물 모두 열풍건조 시료에서 59.2%와 80.5%로 높게 나타났지만, 본 실험에서는 동결건조 분말에서 높게 나타났다. 이는 시료가 가지고 있는 특성이 다르고, 동결건조는 저온에서 수분을 제거하기 때문에 활성 성분들이 상대적으로 잘 보존된 반면,

Table 5. DPPH radical scavenging activity and ABTS radical scavenging activity of ginger and ginger pomace after hot-air drying and freeze-drying

Treatment ¹⁾	DPPH radical scavenging activity (%)	ABTS radical scavenging activity (%)
FGHAD	60.60±1.71 ^{d2)}	89.6±0.16 ^d
FGFRD	70.84±0.97 ^c	93.3±0.25 ^c
GPHAD	72.26±0.49 ^b	95.4±0.05 ^b
GPFRD	77.88±0.46 ^a	95.5±0.10 ^a

¹⁾FGHAD, fresh ginger hot-air dried (50°C, 8 h); FGFRD, fresh ginger freeze-dried; GPHAD, ginger pomace hot-air dried; GPFRD, ginger pomace freeze-dried.

²⁾All values are mean±SD (n=3).

^{a-d}Means with different superscript letters (^{a-d}) in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

열풍건조는 열에 의해 성분이 손실되어 동결건조에서 DPPH 라디칼 소거능이 높게 나온 것으로 사료된다. 그리고 생강보다는 생강박에서 DPPH 라디칼 소거능이 높게 나타난 것으로 보았을 때 생강뿐만 아니라 생강박도 기능성 소재로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

3.5. ABTS radical 소거활성

ABTS와 potassium persulfate와의 반응에 의해 생성된 ABTS radical은 시료에 함유된 항산화성 물질의 항산화력에 의해 전자를 받아 무색의 물질로 환원시키며, 소수성과 친수성 시료 모두에 적용 가능하다(Cushman과 Cheung, 1971). 생강과 생강박의 ABTS radical 소거활성을 측정된 결과는 Table 5와 같다. 생강박 열풍건조와 동결건조 처리 시 95.4-95.5%로 나타났고, 생강 열풍건조와 동결건조 처리 시 각각 89.6%, 93.3%로 생강보다는 생강박에 ABTS radical 소거활성이 있는 것으로 나타났다. Jeong과 Youn(2016)에 따르면, 열풍건조보다 동결건조의 경우 ABTS radical 소거활성이 높게 나타나 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 이는 생강박은 생강 속 조직보다 세포벽이 더 두껍고 밀도가 높은 구조적 특성 때문에 항산화 성분이 더 농축되기 쉽고 항산화 성분이 빠져나가지 않아 생강박에 ABTS radical 소거 활성이 높게 나타난 것으로 판단된다.

3.6. Gingerol 및 shogaol

생강과 생강박을 열풍건조와 동결건조한 분말의 gingerol과 shogaol 함량은 Table 6에 나타냈다. 생강박을 동결건조한 분말에서 964.0 mg/%로 가장 높았고, 생강박 열풍건조 분말, 생강 동결건조 분말, 생강 열풍건조 분말 순서로 각각 914.5 mg/%, 708.0 mg/%, 680.9 mg/%로 나타났다. 생강보다 생강박에 gingerol 함량이 더 많이 함유되어 있다는 걸 알 수 있다. Shogaol 함량은 생강박 열풍건조 12.10 mg/%, 동결건조 11.73 mg/%, 생강

Table 6. Gingerol and shogaol contents of ginger and ginger pomace by hot-air drying and freeze-drying

Treatment ¹⁾	Gingerol (mg%)	Shogaol (mg%)
FGHAD	680.90±0.13 ^{b2)}	9.90±0.00 ^a
FGFRD	708.03±0.05 ^b	11.00±0.00 ^a
GPHAD	914.47±1.10 ^a	12.10±0.00 ^a
GPFRD	964.33±0.07 ^a	11.73±0.00 ^a

¹⁾FGHAD, fresh ginger hot-air dried (50°C, 8 h); FGFRD, fresh ginger freeze-dried; GPHAD, ginger pomace hot-air dried; GPFRD, ginger pomace freeze-dried.

²⁾All values represent mean±SD (n=3).

^{a,b}Means with different superscript letters (^{a,b}) in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

열풍건조 9.90 mg%, 동결건조 11.0 mg%로 나타났다. Jo 등 (2024)의 연구결과와는 다른 결과가 나타났는데. 이는 같은 생강이라도 재배 환경 즉, 토양의 영양 상태나 재배 시기 및 기간이 달라 생강이 가지고 있는 기능성 성분이 차이가 나는 것으로 판단된다. Park 등(2014)의 연구결과에서 온도가 높을수록 gingerol은 감소한다는 결과 유사하였다. 본 연구결과에서 고온으로 건조한 열풍건조에서 생강과 생강박의 gingerol 함량이 동결건조보다 낮은 함량을 나타내었다.

4. 요약

본 연구에서는 생강과 착즙 후 버려지는 생강박의 특성 정보를 통해 활용도 및 다양한 식품소재로 이용 가능한지에 대한 기초자료를 제공하고자 일반성분, 기능성 성분 및 항산화성을 조사하였다. 생강과 생강박을 열풍건조와 동결건조 처리 시 수분 함량은 생강박 동결건조의 경우 5.6%로 가장 낮았고, 단백질 함량은 생강을 열풍건조와 동결건조의 경우 각각 8.6%, 9.5%로 생강박보다 높게 나타났다. 지방 함량은 생강과 생강박을 열풍건조와 동결건조 처리 시 유의적인 큰 차이가 없었다. 회분 함량의 경우 생강을 열풍건조와 동결건조 하였을 때 각각 6.9%, 7.2%로 높았고, 탄수화물 함량은 생강박을 열풍건조와 동결건조 하였을 때 각각 78.4%, 79.6%로 생강의 탄수화물 함량보다 높았다. 당도 함량은 생강 열풍건조와 동결건조의 경우 각각 2.97 °Brix, 2.83 °Brix로 생강박 당도보다 높았고, 명도 (L) 값은 생강과 생강박 건조에 따라 큰 차이가 없었다. 황색도 (b) 값은 열풍건조와 동결건조한 생강과 생강박에서 6.76-8.38 사이의 값을 보였다. 총폴리페놀 함량은 생강박보다 생강을 열풍건조와 동결건조 하였을 때 각각 103.88 mg/100 mL, 108.68 mg/100 mL로 생강박보다 높았다. 총플라보노이드 함량은 총폴리페놀 함량보다는 낮게 나타났고, 열풍건조보다 동결건조 하였을 때 높게 나타났다. DPPH radical 소거능 활성은 동결건조 시 생강과 생강박이 각각 70.84%, 77.88%로 생강박이 높게

나타났고, ABTS radical 소거능 활성은 생강박을 동결건조 하였을 때 95.5%로 높았다. 즉, 생강보다 생강박에 DPPH radical 소거능과 ABTS radical 소거능 활성이 높게 나타났다. Gingerol과 shogaol 함량은 생강 열풍건조와 동결건조 시 각각 680.90 mg%, 708.03 mg%로, 생강박의 경우 914.47 mg%, 964.33 mg%로 생강박에서 기능성 성분이 더 높게 나타났다. 이와 같은 결과로 생강과 생강박을 열풍건조와 동결건조로 처리하였을 때 생강 뿐만 아니라 생강박에서 전반적으로 기능성 성분 함량과 항산화성을 나타내어 식품소재로써 다양한 활용이 가능할 것으로 판단된다.

Funding

This work was carried out with the support of “Establishment of a stable production system in the main in production area for Chungnam ginger branding (Project No. RS-2022-RD010341)” Rural Development Administration, Republic of Korea.

Acknowledgements

None.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

Author contributions

Conceptualization; Data curation; Formal analysis; Methodology; Validation; Writing: Jo YJ.

Ethics approval

This article does not require IRB/IACUC approval because there are no human and animal participants.

ORCID

Yun-Jeong Jo (First & Corresponding author)

<https://orcid.org/0009-0001-9141-1651>

References

- Alonzo-Macias M, Cardador-Martinez A, Mounir S, Montejano Gaitán G, Allaf K. Comparative study of the effects of drying methods on antioxidant activity of dried strawberry (*Fragaria var. Camarosa*). *J Food Res*, 2, 92-107 (2013)
- Amerine MA, Ough CS. *Methods for Analysis of Musts and Wines*. Wiley, Hoboken, NJ, USA, p 176-180 (1980)
- AOAC. *Official Method of Analysis*. 14th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA, p 431 (1984)

- Beom HJ, Kang DJ, Lee BD, Shon JH, Im JS, Eun JB. Physicochemical characteristics of powder from hot air and freeze dried leavers and roots of *Acorous calamus* L. J Korean Soc Food Sci Nutr, 36, 1451-1457 (2007)
- Choi SR, Song EJ, Song YE, Choi MK, Han HA, Lee IS, Shin SH, Lee KK, Kim EJ. Quality characteristics of blackberry powder obtained by various drying methods. Korean J Food Nutr, 30, 609-617 (2017)
- Choi Y, Kim M, Shin JM, Park J, Lee J. The antioxidant activities of the some commercial teas. J Korean Soc Food Sci Nutr, 32, 723-727 (2003)
- Choi YH, Lee SB, Kim MS. Improvement of quality and prolongation in chopped ginger storage, J Korean Agric Chem Soc, 40, 123-127 (1997)
- Chung HJ. Comparison of total polyphenols, total flavonoids, and biological activities of black chokeberry and blueberry cultivated in Korea. J Korean Soc Food Sci Nutr, 43, 1349-1356 (2014)
- Cushman DW, Cheung HS. Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. Biochem Pharmacol, 20, 1637-1648 (1971)
- Holdsworth SD. Dehydration of food products. J Food Technol, 6, 331-336 (1971)
- Jeong DS, Youn KS. Comparison of the antioxidant and physiological activities of grape seed extracts prepared with different drying methods. Korean J Food Preserv, 23, 1-6 (2016)
- Jin TY, Quan WR, Wang MH. Changes of physicochemical and sensory characteristics in the *Codonopsis lanceolata* Saengsik, uncooked food by different drying methods. Korean J Food Sci Technol, 40, 721-725 (2008)
- Jo YJ, Lee JK, Lee SY, Ju JI. Quality characteristics of ginger and ginger pomace powder according to pretreatment methods. Korean J Food Nutr, 37, 180-188 (2004)
- Jung JS, Shin SM, Kim AJ. Quality characteristics of sulgidduk with adenophora remotiflora powder. Korean J Food Nutr, 23, 147-153 (2010)
- Kim AN, Lee KY, Ha MH, Heo HJ, Choi SG. Effect of freeze, hot-air, and vacuum drying on antioxidant properties and quality characteristics of samnamul (*Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus*). Korean J Food Preserv, 25, 811-818 (2018)
- Kim AR, Lee HT, Jung OH, Lee JJ. Physicochemical composition of ramie leaf according to drying methods. J Korean Soc Food Nutr, 43, 118-127 (2014)
- Kim HR, Seog EJ, Lee JH, Rhim JW. Physicochemical properties of onion powder as influenced by drying methods. J Korean Soc Food Sci Nutr, 36, 342-347 (2007)
- Kim JS, Koh MS, Kim YH, Kim MK, Hong JS. Volatile flavor components of Korean ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). Korean J Food Sci Technol, 23, 141-149 (1991)
- Kim JY, Kwon SJ, Kang HI, Lee JH, Kang JS, Seo KI. Quality characteristics and antioxidant effects of peanut sprout soybean yogurt. Korean J Food Preserv, 20, 199-206 (2013)
- Kim MJ, Kim IJ, Nam SY, Lee CH, Yun T, Song BH. Effects of drying methods on content of active components antioxidant activity and color values of saururus chinensis bail. Korean J Medicinal Crop Sci, 14, 8-13 (2006)
- Kim MK, Na MS, Hong JS, Jung ST. Volatile flavor components of Korean ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) extracted with liquid carbon dioxide. J Korean Agric Chem Soc, 35, 55-63 (1992)
- Lee CM, Kim SH, Jeong JH, Choi YR, Lee DH, Lee CY, Choi BK, Huh CK. Quality characteristics and antioxidant activity of traditional Korean soy sauce based on the proportion of onion juice. Korean J Food Preserv, 29, 976-988 (2022)
- Lee SG, Yu MH, Lee SP, Lee IS. Antioxidant activities and induction of apoptosis by methanol extracts from avocado. J Korean Soc Food Sci Nutr, 37, 269-275 (2008a)
- Lee SJ, Seo JK, Shin JH, Lee HJ, Sung NJ. Antioxidant activities of Wa-song (*Orostachys japonicus* A. Berger) according to drying methods. J Korean Soc Food Sci Nutr, 37, 605-611 (2008b)
- Litvin S, Mannheim CH, Miltz J. Dehydration of carrots by a combination of freeze drying, microwave heating and vacuum drying. J Food Eng, 36, 103-111 (1998)
- Moon KS. The Ingredients and Use of Medicinal Herbs. Ilwol Seo-Gak, Seoul, Korea, p 93-96 (1991)
- Oh JS, Hong JH, Park TY, Yun KW, Kang KY, Jin SW, Kim KJ, Ban SE, Im SB, Koh YW, Seo KS. Chemical constituents in polygonum multiflorum thunberg root based on various dry methods. Korean J Plant Res, 31, 283-293 (2018)
- Park HY, Ha SK, Choi J, Choi HD, Kim YS, Park YK. Optimization study for the production of 6-shogaol rich ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) under conditions of mild pressure and high temperature. Korean J Food Sci Technol, 46, 588-592 (2014)
- Park SJ, Lee DW, Park SH, Rha YA. Quality characteristics of cirsium setidens Nakai by different drying method. Culi Sci Hos Res, 22, 104-114 (2016)
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic Biol Med, 26, 1231-1237 (1999)
- Stewart BA, Porter LK, Beard WE. Determination of total nitrogen and carbon in soils by a commercial dumas apparatus. Soil Sci Soc Am J, 28, 366-368 (1964)